开放科学的驱动因素、发展优势与障碍*

陈秀娟[1,2] 张志强[1]
[1] 中国科学院成都文献情报中心 成都 610041 [2] 中国科学院大学 北京 100049

摘要：[目的/意义]考察目前国际开放科学的发展情况，为国内开放科学的发展提供理论支撑和参考。[方法/过程]通过网络调研和文献调研，综述和介绍开放科学的涵义、驱动开放科学发展的因素及当前开放科学发展的优势和障碍。[结果/结论]开放科学的概念存在多样性；科学发展的需求、各机构和国家的开放科学政策和实践项目是开放科学发展的主要驱动因素；开放科学的优势逐渐凸显，如提高科研的速度和效率、促进发现新的科研问题、增强科研的可见性和参与度、促进学术严谨和科研质量、增强科研合作和群体建设等；开放科学虽有优势，但也有一些因素阻碍其发展，如缺乏学术报酬等激励机制、独立的科研文化与竞争性、缺乏开放科学的知识技能、缺乏知识产权法律保障等。

关键词：开放科学 开放科研 开放科学政策 开放科学实践
分类号：G250
DOI：10.13266/j.issn.0252-3116.2018.06.010

1 引言

开放科学（open science，OS）思想诞生于中世纪欧洲的宫廷资助系统，为判别被资助者的科研能力，资助者采取科研成果同行评议和开放交流的方式以确保其质量[1]。开放科学较早的理论基础源于默顿的“科学共同体”[2]、波兰尼的“科学共和国”[3]、波普尔的“科学发现的逻辑”[4]。随着社会和科研环境的变化，开放科学的思想和理论也不断发生改变。20世纪80年代特别是进入21世纪以来，网络和计算技术迅速发展，支持了各种新的科研合作，使得在更大范围、更深层次进行知识创造和共享成为可能，为开放科学的发展提供了前所未有的机会。

近些年开放科学运动也越来越受重视，逐渐成为世界各国关注的焦点问题。国内已有部分学者开展了开放科学方面的研究。唐义等采用历史研究法分析了开放科学的发展历程，并提出开放科学存在的诸多问题及针对性的解决措施[5]；顾立平简述了开放科学的含义及其结构与动因，说明新一代科技信息交流需求是开放科学发展的主要动力，分析了开放科学计算工程的发展条件[6]；武学超介绍了开放科学的内涵、特质及发展模式[7]；赵艳枝等分析了开放获取、开放科学与开放数据的内涵和发展现状，指出开放数据是对开放获取的补充，开放获取、开放数据是开放科学的前提和基础，开放科学是理想、是愿景、是目标，并对从开放获取到开放科学的发展过程中可能存在的经济、体制、政策、技术和法律方面的壁垒及对策进行了探讨[8]；张学文从创新知识的开放与披露的角度对开放科学技术政策的建构提供了全新的解释，并从“科学－商业”二元价值维度提出3种类型的开放科学行为，深入探讨了开放科学技术政策建构的三大基本逻辑和社会效应[9]。

这些研究对国内开放科学的理论发展起到重要的作用，但要推动开放科学的全面发展，还需对目前国际开放科学的发展情况有系统的了解。本文通过文献调研和网络调研，对开放科学的涵义、驱动开放科学发展的因素以及当前开放科学发展的优势和障碍进行介绍与综述，以期为国内对开放科学的支持和推动提供理论支撑和参考。

2 开放科学的涵义

* 本文系国家社会科学基金重点项目“面向领域知识发现的学科信息学理论与应用研究”（项目编号：17ATQ008）和中国科学院政策调研项目“国际科技发展态势研究”（项目编号：ZYS－2017－07）研究成果之一。
作者简介：陈秀娟（ORCID：0000－0002－8063－7647），博士研究生；张志强（ORCID：0000－0001－7323－501X），主任，研究员，博士生导师，通讯作者，Email：zhangzq@clas.ac.cn。
收稿日期：2017－09－26 修回日期：2017－11－14 本文起止页码：77－84 本文责任编辑：刘远颖

开放科学一词由美国经济学家、斯坦福大学教授 P. David 创建，他试图描述由公共部门产生的科学产品的属性，反对将知识产权问题延伸到信息产品领域，认为公共研究产生的科学知识是公共物品，在公开发行后每个人都可免费利用这些知识，以产生更高的社会回报[10]。目前，开放科学依然没有统一的概念，不同机构、组织、个人对开放科学有不同的理解。Wikipedia 将开放科学定义为社会各个层面包括业余或专业的研究者都可获取科学研究、科研数据、科学传播的一种运动，包括出版开放科研、开放获取运动、科学家实践开放笔记本科学（Open Notebook Science）以及让科学知识发表和学术交流更容易的各种实践活动[11]。欧盟委员会（European Commission，EC）对开放科学的定义为通过数字工具、网络和媒体实施、传播科研并转变科学研究的方式，通过为科学合作、实验、分析提供新的工具以及让科学知识更易获取，促进科学过程更加高效、透明和有效；它依赖于技术发展和文化变革对科研合作和科研开放的共同影响[12]。欧盟委员会在《开放创新、开放科学、开放世界》（Open Innovation, Open Science, Open to the World）中定义的开放科学是基于合作工作的科研的新途径和通过使用数字技术和新的合作工具传播知识的新方法，这种理念系统改变了过去 50 年科学研究的方式——从在学术出版物上发表科研成果转向在科研过程的早期就共享和使用所有可用的知识[13]。经济合作与发展组织（Organization for Economic Co-operation and Development，OECD）对开放科学的定义为科研人员、政府、科研资助机构或科学界努力使公共资助的科研成果（出版物和科研数据）在没有或最小限制的情况下可以数字形式公开获取，以提高科研的透明度，促进科研协作和科研创新[14]。杜克大学版权与学术交流办公室主任 J. D. K. Smith 认为开放科学涉及所有开放相关的内容，“透明”贯穿整个科研过程，包括科学方法、观察、数据收集、数据访问、交流、协作和研究工具等方面的透明化，不应限制科学出版物的访问，而是将整个过程共享给所有潜在用户、合作者和衍生用户[15]。虽然上述定义对开放科学的描述不尽相同，但都强调了对科研内容的公共获取和更广泛的交流。

开放科学没有形成统一概念的原因在于开放科学包含的内容复杂而广泛，不同机构、组织、个人所站的角度不同，对“开放”的理解也不相同，实现科学的开放可以是民主获取知识的权利（如开放获取出版物）或将公众纳入到科研中的这种需求（如公民科学（Citizen Science）），也可以是利用工具促进科研的协作与共享。B. Fecher 等认为开放科学涵盖了未来知识创造和传播的众多假设，他们通过大量文献综述提出目前开放科学的话语体系主要由五大思想学派构成，包括基础设施学派（涉及技术框架）、公共学派（涉及知识创造的可及性）、计量学派（涉及补充计量学）、民主学派（涉及获取知识）和务实学派（涉及合作研究）。五大学派的具体内容如图 1 所示：

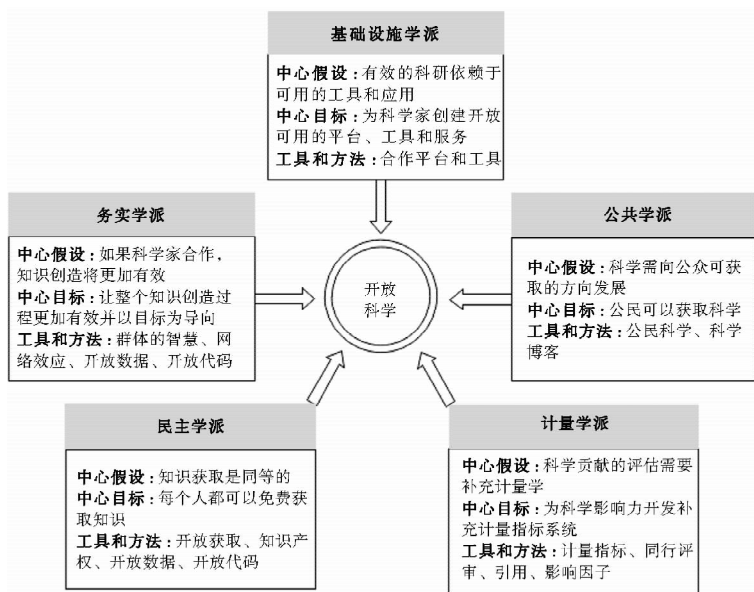


图 1 开放科学五大思想流派[16]

综合开放科学的定义及开放科学的五大思想流派，笔者认为现代意义上的开放科学是将概念、工具、平台和媒体结合起来，以自由、开放和更具包容性的方式促进知识创造和传播，从而能从科研中获取更大的效益，如图 2 所示：



图 2 实现开放科学的概念、工具和媒体[17]

3 开放科学发展的驱动因素

开放科学能够受到广泛关注并快速向前推进,受益于多方面的影响:①新科研信息环境下科学发展的内在需求;②全球开放科学政策呈井喷发展,成为开放科学发展的重要理论保障;③在开放科学政策的支持下,开放科学实践项目不断涌现,助力开放科学前进。

3.1 科学发展对开放科学的内在需求

科学本身的发展需求是开放科学重要的驱动因素,在充斥新工具、新平台、新媒体的科研环境下,科研的方式、产出、参与人员等也发生变化。J. C. Burgelman 等提出目前科学发展呈现 3 个重要的趋势:①科学研究呈现新的方法:数据密集型环境下,大量数据集可被获取,并可以利用仿真软件、高性能计算等对其进行处理;②科研成果爆炸式增长:不仅包括科研数据的开放获取,还包括科学发现的可复制性,这意味着科研人员不仅可以获取方法、工具、数据和文章,还催生了科研人员合作的新途径;③创造科研成果人员的多样化和不断增长:除了普通的科研人员,还包括公民科学家[18]。以此来看,科学发展的趋势对开放科学有内在的需求。

3.2 开放科学政策推动开放科学发展

开放科学政策是开放科学得以快速开展的重要动力。近年来,很多机构和国家为大力推动开放科学进程,推出了各种开放科学政策(开放科学涵盖的内容较多,因此开放科学政策还包括各国提出的开放获取、开放数据等相关的针对性政策,这些内容本文不做具体介绍),对加快开放科学的发展非常重要。

2014 年 9 月 29 日,欧洲研究图书馆协会(Association of European Research Libraries, LIBER)发布"促进开放科学的声明(LIBER Statement on Enabling Open Science)",LIBER 认为科学走向开放将带来研究的更高透明性、更高质量和更高层次的公民参与,也将通过推动数据驱动创新来加速科学发现的步伐,LIBER 完全支持欧洲层面涉及所有学科的开放科学政策和行动,并建议欧盟委员会通过政策和领导力、宣传和认可、法律、开放基础设施、角色和责任及技能几个方面来支持开放科学[19]。2014 - 2017 年,芬兰教育文化部实施了开放科学与科研计划(Open Science and Research Initiative, ATT)促进科研信息的可用性和开放科学,目的是让芬兰在 2017 年之前成为全球开放科学的领先国家并确保开放科学可以得到广泛利用[20]。2014 年 11 月 25 日,在 ATT 工作的基础上芬兰教育文化部发布了《2014 - 2017 年开放科学与研究路线图》(The Open Science and Research Roadmap 2014 - 2017),再一次强调芬兰要在 2017 年成为全球开放科学的领先国家。其目标之一就是要将公共资金资助的研究成果和数据公开,并明确开放方式。该战略认为开放为每一个人增加了参与科学发展的机会,并使得他们能更便捷地共享研究成果[21]。2016 年 4 月,荷兰在阿姆斯特丹举办了为期两天的开放科学会议,欧盟成员国和来自欧洲各地的研究、出版及高校代表讨论了开放获取的重要性。会议启动了"阿姆斯特丹开放科学行动呼吁(Amsterdam Call for Action on Open Science)"。除了 12 个详细的行动项目外,"行动呼吁"还提出了两个主要目标:①2020 年前,实现公共资助的科学出版物全部开放获取;②将开放数据作为公共资助科研的发表标准[22]。2017 年 2 月 9 日,荷兰正式提出开放科学国家计划(National Plan Open Science),目标在于:①2020 年全面实现科研出版物的开放获取;②设定明确、得到认可的技术和政策方面的前提条件,包括提供必要的专业知识和支持,促进科研数据的重用;③研究将开放科学作为科研人员、科研群组以及科研申请评估和奖励的一项指标;④为所有可用的科研支撑信息创建信息资源库。为鼓励必要的合作、展示和监督该计划的实施进展,国家教育、文化和科技部门还共同签署"荷兰开放科学宣言",启动了"开放科学国家平台",以期通过此项计划向人们展示开放科学对科学研究乃至整个社会的重要影响,实施从国家层面向开放科学系统的转变[23]。

3.3 开放科学实践助力开放科学前进步伐

很多机构、国家除了积极制定和实施开放科学政策,还开展了相关的实践项目,如《布达佩斯开放获取计划》(Budapest Open Access Initiative, BOAI)、《柏林宣言》(Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities)、《21 世纪开放科学宣言》《2014 - 2017 年开放科学与研究路线图》等,推动了开放科学理念的普及;"开放科学框架"(Open Science Framework, OSF)、"开放科学组织"(Open Science Organization, OFO)、Figshare、ArXiv 等软件和平台支撑着开放科学的发展,开放知识基金会(Open Knowledge Foundation, OKF)、艾伦脑科学研究所(Allen Institute for Brain Science)等机构通过项目资助来支持开放科学的开展。开放科学实践项目是将开放科学的政策和理论进行实施和验证的活动,是驱动开放科学发展的重要加速器。从上述开放科学政策可以看出,欧盟是

开放科学的重要推动者，下文以欧盟开展的几个代表性的实践项目为例，介绍其在开放科学发展进程中的作用。

3.3.1 FOSTER 项目 FOSTER（Facilitate Open-Science Training for European Research）是由欧盟 6 个国家的 11 个合作伙伴于 2014 年 2 月开始开展的为期两年的欧盟第七框架（European Union's Seventh Framework Programme，FP7）资助项目，开发了 FOSTER portal 电子学习门户。FOSTER portal 中汇集了很多开放科学方面的最佳培训资源和在日常工作流程中实施开放科学实践的策略和技能，培训的用户包括资助者、政策制定者、科研人员、管理人员、图书馆员、数据管理员、研究生等利益相关者，项目的主要目标是让欧洲科研人员对科研行为做出真正和持久的转变，确保开放科学成为常态[24]。为了更好地开展开放科学及相关内容的培训，FOSTER 项目组构建了开放科学分类图（见图 3），对开放科学的主题领域进行了分类。FOSTER 开放科学分类图的用途包括：帮助用户导航和浏览 FOSTER 内容；作为用户订阅 FOSTER 内容的框架，以接收 FOSTER 中更新的内容；识别谁是特定领域的专家；链接和推荐门户中开放科学相关的内容；作为向学习者介绍开放科学各个领域内容的主题地图；确保 FOSTER 培训内容涵盖开放科学所有领域；作为 FOSTER 项目咨询服务的框架等。据统计，2014 年，FOSTER 项目共出资开展了 28 个开放科学培训活动，2015 年该项目支持了 18 个国家的 24 个社区培训活动[25]。

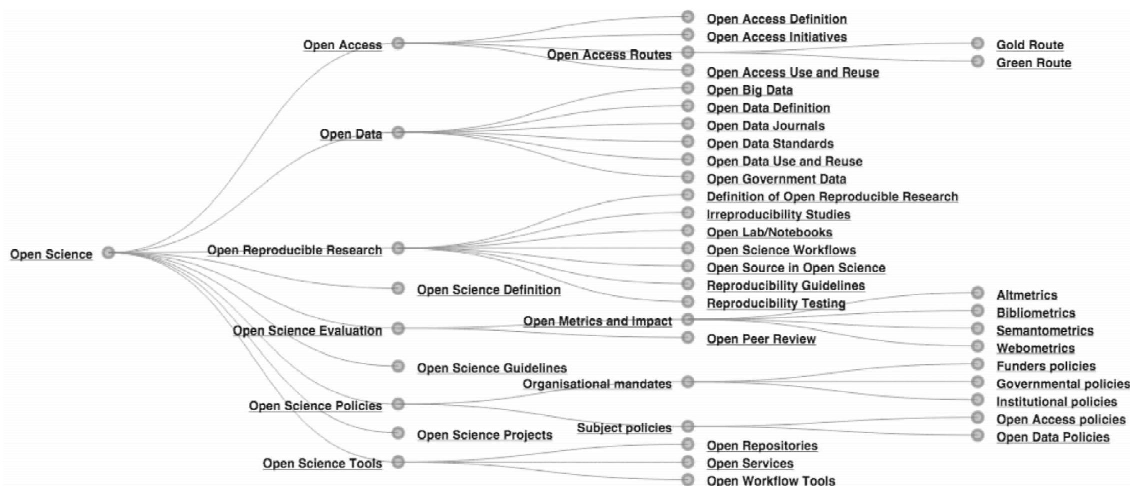


图 3 FOSTER 开放科学分类[24]

目前，FOSTER 又推出了 FOSTER Plus 项目，将增加现有的培训材料和制作新的培训内容。这些资源将面向特定的学科并与生命科学、社会科学和人文科学领域的专家、组织合作，其成果可以直接应用于科研人员的日常实践。FOSTER 对于帮助用户快速了解开放科学的各个方面、跟踪和定位特定领域知识及专家具有重要意义，便于用户将开放科学理念融入到日常科研和工作中去。

3.3.2 开放科学监测器 开放科学监测器（Open Science Monitor）（见图 4）是欧盟科研创新计划——开放科学的一部分，是受欧盟委员会研究与创新总局（European Commission Directorate-General for Research and Innovation）委托的项目。该监测器由 RAND Europe 公司开发，并得到德勤、数字科学与研究解决方案（Digital Science & Research Solutions）、Altmetric.com 和 Figshare 的支持，旨在跟踪开放科学趋势，确定开展开放科学发展的主要驱动力、激励因素和制约因素。

开放科学监测网站上监测的开放科学的特征包括出版物的开放获取、开放科研数据、开放学术交流 3 个方面。每个监测特征下包括若干个指标，这些特征和指标以年轮的形式进行呈现（见图 4）。每个指标下至少包含一种该指标的数据，如"开放同行评议期刊政策"指标下提供了开放同行评议期刊政策的相关数据（见图 5），点击该数据则可呈现其可视化趋势图表（见图 6）。

开放科学监测器将从出版物开放获取、开放科研数据、开放学术交流 3 个不同角度保持对开放科学最新进展的实时跟踪，以图表形式直观展示开放科学实践的增长情况，为决策者和利益相关者提供开放科学的最新数据和发展趋势[26]。

3.3.3 欧洲开放科学云 欧洲是世界上最大的科学数据产出地，但基础设施不足和数据的碎片化导致科



图 4　探索开放科学特征和指标的开放科学监测车轮[26]

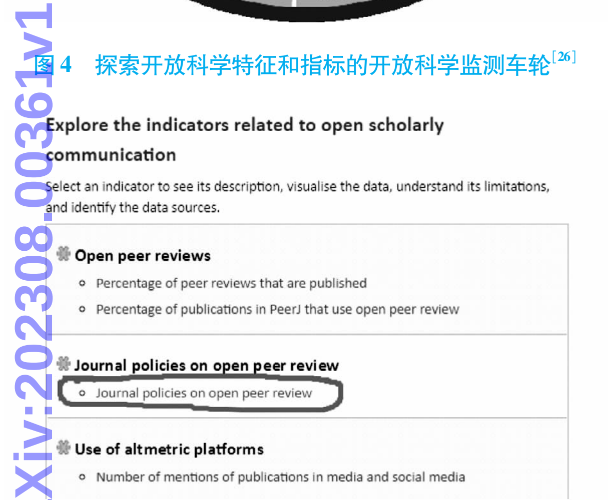


图 5　指标下提供的开放同行评议期刊政策相关数据[27]

学大数据未被充分利用。2016 年 4 月 19 日，欧盟委员会公布了促进云服务和建设世界一流数据基础设施的蓝图，以确保欧洲的科学、商业和公共服务能够受益于大数据革命。欧盟委员会计划，通过增强现有的科研基础设施和促进互联互通，建立新的“欧洲开放科学云”(European Open Science Cloud)，为欧洲 170 万研究人员和 7 000 万科技从业人员提供一个方便数据存储、共享和再利用的虚拟科研环境。通过部署必要的高速宽带网络、大规模存储设施和超级计算机，确保储存在云空间中的大数据集得到有效访问和处理。欧洲开放科学云为科研人员充分利用科学大数据提供了重要的基础设施支撑，也是推动开放科学发展的重要平台，将使科研效率更高、成效更显著，方便无数研究人员在跨越技术、学科和国界的可信环境中共享和分析科研数据[29]。

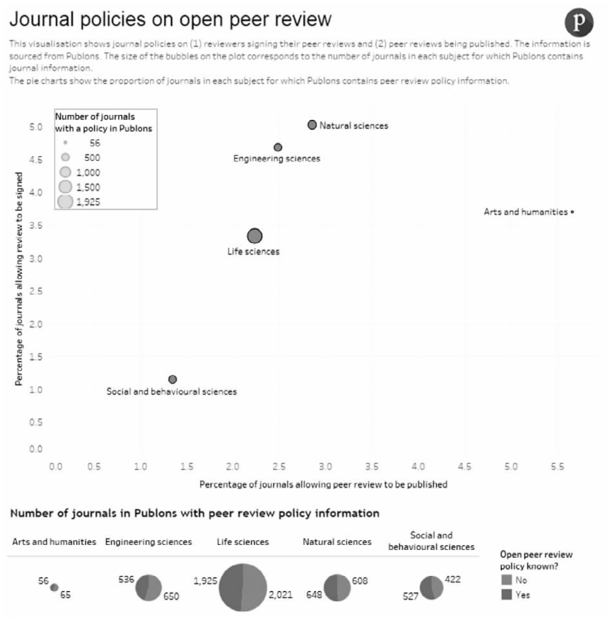


图 6　开放同行评议期刊政策可视化数据[28]

4　开放科学的发展优势与障碍

开放科学在现代信息技术强有力的支撑下以及部分思想先进的科学家和科研机构的推动下取得了巨大的进步，相较于以往现代科学发展过程中存在的科研周期缓慢、科研成果获取受限、科研透明度不高、科研过程缺乏监督、学术不端行为泛滥、科研合作不够密切等问题，开放科学有其本身的发展优势，但目前开放科学依然是个尚未达成的目标，也必然在发展过程中存在各种问题。下面主要对目前开放科学对科研的正面影响和开放科学发展的阻碍因素进行分析，便于开放科学相应政策、战略等的制定与调整。

4.1　开放科学的发展优势

4.1.1　提高科研周期的速度和效率　开放科学可提升科研周期的速度和效率，如在科研项目中复用别人的项目数据，避免了重复性的劳动，节省了数据收集、整理、处理的时间以及人力和财力成本；在项目数据记录中复用开放的标准，降低了开发工具的成本。一个典型的例子是在天文学领域，高额的数据收集成本以及需要通过昂贵的仪器才能减少数据收集的时间，致使共享原始数据已经形成一种文化。

4.1.2　促进发现新的科研问题　科研人员复用其他研究人员创建的数据和资料，集成和重新分析来源广泛的数据，将其投入到新的科研项目中并以新的角度和方法解决问题，可催生新的科研成果，支持“数据密集型科学”的发展。

4.1.3 增强科研的可见性和参与度　将科研过程和科研结果共享给用户，增加了科研的透明度。开放科学鼓励更多人参与到科研中，不仅包括普通的科研人员，还包括其他的群体，如"公民科学家"，让公众有机会参与到科研进程和结果中，由他们全部或部分地完成科学研究。"公民科学"为普通公众提供了贡献自身力量的途径，也为科学研究提供了更多的解决思路。

4.1.4 确保学术严谨和科研质量　学术道德是学界关注的重要问题，将科研过程和结果尽可能公开，实质上是将科研放到公众面前进行监督。评审专家、普通用户通过作者公开的清晰、完整的科研数据、科研方法和科研方案进行实验验证、数据重现，进一步证明已发表科研成果的可靠性和质量。在这样的科研监督系统下，对作者本身也会形成一种自我审查和监督的机制，保证学术的严谨和科研的质量。

4.1.5 增强科研合作和共同体建设　开放科学为科研人员提供了更多科研合作和交流的机会。开放科学基础设施可以帮助科研人员迅速找到对同一研究领域感兴趣的科研共同体，而不受机构、国家、学科等的限制。通过共同的研究问题，建立互惠互赢的合作关系，共享知识和专长，减少重复的科学研究，加快科研的进程和速度。

4.2 开放科学发展的障碍

4.2.1 缺乏学术报酬等激励机制　开放科学需要科研人员付出比传统的科研环境更多的时间和精力成本，如果他们不能通过开放科学取得明显的好处，如提高获得更多资助的能力、获得业界人士更多的认可、促进职业的发展等，他们可能并不愿意承担这些成本。而传统的学术报酬以学术评价为主，以科研人员发表的科研论文为主要的评价标准。这样的学术环境没有设立对应科研人员共享自己科研过程和科研成果的任何奖酬机制，势必成为阻碍开放科学更进一步发展的重要因素。

4.2.2 独特的科研文化和科研竞争性　不同学科的文化不同，加之学科本身的性质，会给跨学科合作带来困难，如有些学科科研合作比较频繁，而有些学科则很少。此外，各行各业都存在着激烈的竞争，科研领域也不例外，科研人员通常既是合作伙伴又是强劲的竞争对手。确保竞争优势的关键要素就是出版文章、会议论文和专著等，许多科研人员将他们在科研过程中产生的数据和其他资源视为可利用和挖掘的智力资本，以创造新的科研成果。科研人员在科研成果正式发表之前，不愿共享与科研相关的任何数据，因为担心科研开放会让他们失去控制结果的权利，而且担心自己的科研成果有被他人盗取的风险。

4.2.3 缺乏开放科学的知识技能　很多开放科学利益相关者如资助者、政策制定者、科研人员、管理员、图书馆员等缺乏开放科学的意识、相关的知识和技能。如开发、维护和利用开放科学的基础设施需要科研人员和相关人员掌握新的技能并付出很多努力，尤其是在没有统一的管理新类型的资源所需的标准、指导方针的情况下，对科研人员来说更是巨大的挑战。这也是类似欧盟 FOSTER 这样的项目实施的必要性，但目前利益相关者缺乏相关的知识和经验依然是普遍的现象。

4.2.4 缺乏知识产权等法律保障　开放科学提倡科研方法、过程、数据、结果、基础设施等的开放，但很多科研人员担心他们的成果有可能会被剽窃，这是开放科学发展中不可忽视的重要问题。科研人员将成果公开共享并不代表不再享有相应的知识产权，而是更应该受到保护，否则开放科学推动科研创新、科技进步也只是一句空话。另外，对于那些个人的、机密的或受商业或第三方许可保护的资源，将其进行公开共享几乎是不可能的。科研人员或他们的资助者、机构和合作伙伴希望限制科研成果和相关资料的获取权限，以保护商业机密，防止商业利用。而这种限制与美国"信息自由法案"(Freedom of Information Act)的要求之间的关系在科研界依然是一种矛盾。

5 结语

本文通过网络调研和文献调研综述了开放科学的涵义、驱动开放科学发展的主要因素和目前开放科学发展的优势与障碍。虽然开放科学有较长的发展历史，但由于其具有复杂性，开放科学的概念依然存在多样性；新一代信息环境下，科学发展内在的需求、各机构和国家的开放科学政策和实践项目是开放科学发展的主要驱动因素；开放科学越来越受关注和重视，源于开放科学的优势逐渐凸显，如提高科研的速度和效率、促进发现新的科研问题、增强科研的可见性和参与度、促进学术严谨和科研质量、增强科研合作和共同体建设；开放科学虽有优势，但在发展过程中也受到较大的阻力，如缺乏学术报酬等激励机制、独特的科研文化与科研竞争性、缺乏开放科学的知识技能、缺乏知识产权等法律保障。

开放科学是必由之路，但开放科学也是一条漫长

的路,针对开放科学发展过程中存在的问题和障碍,需要各利益相关者共同的努力和配合,如通过借鉴 FOSTER 项目开展开放科学方面的培训、宣传来增强开放科学意识,鼓励更多的科研人员、机构参与到开放科学运动中来;资助者等政府部门应当制定推动开放科学发展的政策,完善科研评价体系,为开放科学发展保驾护航;通过建立云平台、科学大数据服务平台等基础设施,提高数据处理、运算、存储能力,为科研人员提供一个方便数据存储、共享和再利用的支撑平台。

参考文献:

[1] DAVID P A. Common agency contracting and the emergence of open science institutions[J]. American economic review, 1998, 88(2):15－21.
[2] MERTON R K. The sociology of science: theoretical and empirical investigations[M]. Chicago: University of Chicago Press, 1973.
[3] POLANYI M. The republic of science: its political and economic theory[J]. Minerva, 2000, 38(1): 1－21.
[4] POPPER K. The logic of scientific discovery[M]. London, New York: Routledge, 2005.
[5] 唐义,肖希明. 开放科学发展历程及存在的问题与对策[J]. 情报资料工作, 2013(5):20－24.
[6] 顾立平. 开放科学中的学术交流研究综述[J]. 知识管理论坛, 2013(2):9－15.
[7] 武学超. 开放科学的内涵、特质及发展模式[J]. 科技进步与对策, 2016, 33(20):7－12.
[8] 赵艳枝,龚晓林. 从开放获取到开放科学:概念、关系、壁垒及对策[J]. 图书馆学研究, 2016(5):2－6.
[9] 张学文. 面向创新型国家的开放科学技术政策——理论内涵及建构逻辑与社会效应[J]. 科学学研究, 2013, 31(10):1488－1494.
[10] MBABAALI M. Open science and academic libraries[C/OL]. [2017－07－25]. https://www.researchgate.net/publication/304624519_Open_Science_and_Academic_Libraries.
[11] Open science[EB/OL]. [2017－06－25]. https://en.wikipedia.org/wiki/Open_science.
[12] Open science[EB/OL]. [2017－07－25]. https://ec.europa.eu/digital-single-market/open-science.
[13] Directorate-general for research and innovation (European Commission). Open innovation, open science, open to the world[M]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016.
[14] OECD. Making open science a reality[R]. Paris: OECD Publishing, 2015.
[15] What is open science? [EB/OL]. [2017－07－01]. http://blogs.library.duke.edu/scholcomm/2010/09/13/what-is-open-science/.
[16] BARTLING S, FRIESIKE S. Opening science: the evolving guide on how the Internet is changing research, collaboration and scholarly publishing[M]. Cham: Springer, 2014.
[17] PICARRA M. Discussion paper: researchers and open science[J/OL]. [2017－07－25]. http://doi.org/10.5281/zenodo.51858.
[18] BURGELMAN J C, OSIMO D, BOGDANOWICZ M. Science 2.0 (change will happen…)[J]. First monday, 2010, 15(7):1－18.
[19] LIBER statement on enabling open science[EB/OL]. [2017－07－01]. http://libereurope.eu/blog/2014/09/30/liber-statement-on-enabling-open-science/.
[20] Open science and research initiative[EB/OL]. [2017－07－01]. http://openscience.fi/about.
[21] The open science and research roadmap 2014－2017[EB/OL]. [2017－07－01]. http://openscience.fi/open-science-and-research-roadmap-2014-2017.
[22] Amsterdam call for action on open science[EB/OL]. [2017－07－01]. https://wiki.surfnet.nl/display/OSCFA/Amsterdam+Call+for+Action+on+Open+Science.
[23] National plan open science[EB/OL]. [2017－07－01]. https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:9e9fa82e-06c1-4d0d-9e20-5620259a6c65? collection=research.
[24] FOSTER[EB/OL]. [2017－07－10]. https://www.fosteropenscience.eu/project.
[25] PONTIKA N, KNOTH P, CANCELLIERI M, et al. Fostering open science to research using a taxonomy and an eLearning portal[C]// International conference on knowledge technologies and data-driven business. New York: ACM, 2015:11.
[26] Open science monitor[EB/OL]. [2017－07－11]. http://ec.europa.eu/research/openscience/index.cfm? pg=home&section=monitor.
[27] Explore the indicators related to open scholarly communication[EB/OL]. [2017－07－11]. http://ec.europa.eu/research/openscience/index.cfm? pg=scholarlycomm&section=monitor.
[28] Journal policies on open peer review[EB/OL]. [2017－07－11]. http://ec.europa.eu/research/openscience/index.cfm? pg=scholarlycomm&section=monitor#viz1489074460155.
[29] European open science cloud[EB/OL]. [2017－07－11]. http://ec.europa.eu/research/openscience/index.cfm? pg=open-science-cloud.

作者贡献说明:

陈秀娟:进行研究资料收集、整理与分析,起草与修订论文;

张志强:提出论文研究思路,参与论文修订。

The Driving Factors, Advantages and Obstacles of the Open Science Development

Chen Xiujuan[1,2] Zhang Zhiqiang[1]
[1] Chengdu Library and Information Center, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041
[2] University of Chinese Academy of Science, Beijing 100049

Abstract: [**Purpose/significance**] Under the environment of new technology, open science has got more and more attention, and the focus on international development of open science can provide support and reference for the promotion of open science in China. [**Method/process**] Through the internet survey and literature research, this paper reviews the open science and introduces the meaning of open science and the current driving factors, advantages and obstacles of the open science development. [**Result/conclusion**] The concept of open science presents multiformity and the scientific development needs, open science policy and practice projects of different institutions and countries are the main driving factors for the development of open science. The advantages of open science are gradually highlighted, such as increasing the speed and efficiency of scientific research, promoting the discovery of new problems, enhancing visibility and scope for engagement, promoting academic rigor and scientific research quality and enhancing collaboration and community-building. Besides the advantages, there are some factors hindering its development, such as lack of academicrewards and other incentives, culture of independent research and competitiveness, lack of knowledge, skills, intellectual property rights and other legal protection for open science.

Keywords: open science open research open science policy open science practice